GPR을 이용한 단층 off-set의 평가

김우석, Takao MIYATA*, Ayako HIRAI*, 고용권, 최종원
한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111
*Kobe University, 1-1 Rokko-dai, Nada-ku, Kobe, Japan
kim_wooseok@hotmail.com

1. 서론

일반적으로 활단층이 분포하고 있는 지역에서는 대부분 야외에 노출되어 있는 노두를 통하여 확인할 수 있지만 활단층의 전체 길이나 변위량 및 도심지에서의 연장성 등에 대해서는 확인할 수 없는 경우가 많다. 특히, 산지 근처에서는 산지에서 공급된 충적 퇴적물에 혹은 도심지에서는 주택이나 아스팔트와 같은 인공물에 의해 단층이 지표에서는 발견하기 힘들다. 하지만 장래 지진 방재나 더 나아가 방사성폐기물 지층처분을 위한 부지선정에 있어서는 안정된 지질환경지역 특성을 평가하기 위해서 단층에 대한 전반적인 고찰이 필요하다. 이에 본 연구에서는 GPR(Ground Penetrating Radar)을 이용하여 도심지내에서 육안으로 확인하기 힘든 단층의 변위량을 평가하고자 하였다.

2. 본론

2.1. 연구지역

일본은 한국과는 달리 지진에 의한 단층운동이 전국에 걸쳐서 아주 빈번하게 발생하고 있다. 이에 도심지 내에서의 단층조사를 위하여 GPR을 많이 이용하여 조사되어지고 있다. 본 조사지역은 일본의 칸사이지방에 위치하고 있는 아시야(Ashiya)시 남서부일대에서 발달하고 있는 코요(Koyo)단층으로서(Fig.1) 주변지형은 북쪽으로는 롯코산이 있으며 남쪽으로 올수록 경사면이 서서히 낮아져 거의 수평에 가깝다. 이 단층은 고각의 경사를 가지며 북쪽방향 경사의 역단층성분임이 밝혀져 있다.

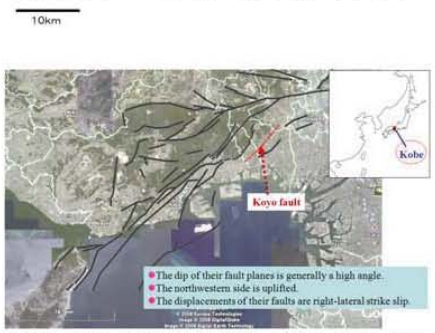

Fig.1. Fault distribution map of the study area.

2.2. 연구방법

GPR은 지하를 가시화하는 물리탐사법의 일종으로 전자파를 이용한 반사탐사법으로 지표상에서 레이더의 송신안테나로부터 지하로 향해 전자파 펄스를 방사해 지하의 전기적 성질이 다른 경계면에서 반사한 전자파를 수신안테나로 받아들여 지하의 구조를 추정하는 조사방법이다. 측정방법으로는 송수신 안테나를 동시에 이동시키며 측정하는 방법(프로파일 측정)과 어느 한점을 중심으로 송수신 안테나의 간격을 일정하게 벌리면서 측정하는 방법(와이드앵글 측정)의 두 종류가 있다. 프로파일 측정방법에 따라 얻을 수 있는 기록은 횡축이 수평거리, 세로축이 반사시간으로 시간은 심도로 환산할 수 있으므로, 측선상의 지하 단면에 비슷한 기록(반사단면기록)이 된다.

본 연구에서는 모든 측선에는 프로파일 측정법을 사용하였다. 측정기로는 SIR-2 system(GSSSI사)의 100MHz의 안테나 2대를 사용하여 200ns의 range로 측정했다. 측정은 2대의 안테나 중 한대는 송신기로 나머지 한대는 수신기로 전후 연결하여 동시에 움직이기 하여 노이즈가 최대한 적게 데이터를 취득을 목표로 하였다(Fig.2).

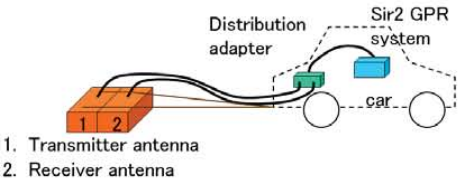

Fig.2. GPR system using two antennas.

그리고, 자동차를 이용하여 도로의 노면을 따라 저속도로 견인하고 측선하의 반사파의 상황을 연속적으로 기록하여 시간 단면도를 얻었다. 이런 현장데이터를 취득하여 RADAN6 소프트웨어를 이용하여 데이터 정리 및 해석을 실시하였다. 수평방향으로 스케일 보정을 실시하고 저주파, 고주

파를 제거하는 하이와 로우패스 필터 처리를 실시하였다. 야외에서 얻은 데이터의 경우 안테나의 견인속도가 일정하지 않기 때문에 1m마다 기록한 마커의 위치를 등간격으로 재정리하였으며, 와이드앵글법을 이용하여 측정거리와 왕복시간과의 관계를 계산하여 전자파의 반사속도를 구하여 데이터의 심도를 결정하였다.

코요단층의 수평 변위량을 파악하기 위해 단층 사이를 기준으로 북측과 남쪽을 측정하였다. 먼저 네 개의 측선을 정하여 측정하였고 그 결과를 바탕으로 두 개의 측선을 추가로 조사하였다. 측선의 길이는 150m~800m이다(Fig.3).

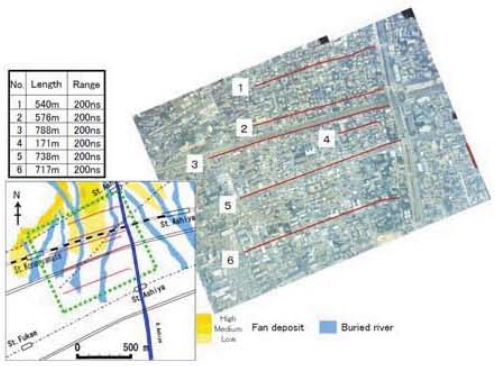

Fig.3. GPR-survey lines & the landform classification map.

2.3. 측정 결과

GPR조사 결과는 다음과 같다.

측선 1 : 12~90m 부근에 구하천이라고 생각되는 반사를 볼 수 있었다. 440~510m 부근에서도 동일한 반사를 볼 수 있다. 250~300m부근의 반사의 강한 부분은 선상지라 해석한다.

측선 2 : 75~140m과 422~480m 부근에서 구하천이라고 생각되는 반사를 볼 수 있었다. 구하천 이외의 부분은 대부분 강하게 반사하고 있지만, 선상지 또는 아시야강의 하구 퇴적물(사퇴물)이라고 생각할 수 있다. 그리고, 500m 전후의 깊이 10m에서는 다른 부분과 비교해서 반사가 약해지고 있다. 이는 코요단층의 파쇄대라고 생각할 수 있다.

측선 3 : 80~190m, 300~375m 그리고 440~560m 부근에 구하천이라고 볼 수 있는 반사를 확인할 수 있었다. 이 측선에서는 3개의 채널(Channel)을 확인할 수 있었다.

측선 4 : 이 측선에서는 0~20m 부근에 구하천이라 생각되는 반사를 볼 수 있었다. 그 외는 아시야강의 사퇴라고 생각할 수 있다.

측선 5 : 60~175m과 275~390m 부근에서 구하천이라고 볼 수 있는 반사를 확인할 수 있었다.

측선 6 : 80~160m과 260~460m 부근에서 구하천이라고 볼 수 있는 반사를 확인할 수 있었다. 0~100m의 사이는 매우 강한 반사를 볼 수 있지만, 이것은 매설관 위를 측정했기 때문이라고 생각된다.

와이드 앵글 측정에 의한 결과 심도는 12m였다.

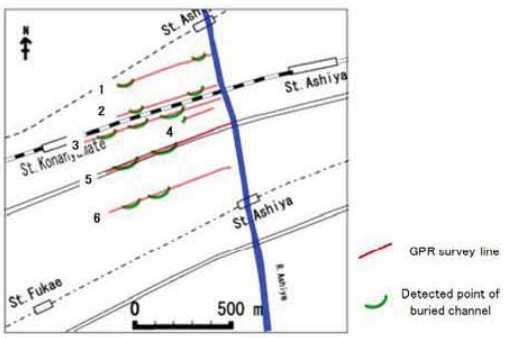

Fig.4. Distribution map of the channel deposit.

3. 결론

본 조사로 확인된 구하천은 직선형이 아닌 굴곡형이라 판명되었으며 코요단층과 만나 우수향의 주향이동성 운동에 의한 영향이라고 생각할 수 있다. 단층 off-set양은 약 100m이다. 또한, 종래 보고된 단층의 위치보다 150m정도 북측에 위치하고 있는 것을 알게 되었다. 향후 본 조사방법을 이용하여 폐기물 처분장 부지선정 및 건설 등에 따른 특정지역 지하에서 발달하고 있는 불연속 구조를 파악하는데 유용하게 이용될 수 있음을 알게되었다.

4. 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부의 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었습니다.

5. 참고문헌

[1] Bennett, G., *et al.*, Regional-scale assessment of a sequence-bounding paleosol on fluvial fans using ground-penetrating radar, eastern San Joaquin Valley, California. Geological Society of America Bulletin, May/June, v.118, no.5/6, 724-732, 2006.

[2] Fisher, E., *et al.*, Acquisition and processing of wide-aperture ground-penetrating radar data, Geophysics, v.57, no.3, 495-504, 1992.